PART3 鉛直ばね振り子

目標　ばねに鉛直につるした物体の単振動について理解しましょう。

Chapter1　鉛直ばね振り子

鉛直ばね振り子

図のようにばね定数 k のばねに質量 m の物体をつるして静止させた場合に，ばねの伸びが x_0 であったとする。力のつりあいの式は

$mg = kx_0$ …①

となり，ばねの伸びは $x_0 = \dfrac{mg}{k}$ となる。

次に，**つりあいの位置を原点**として，鉛直下向きに x 軸をとる。物体を自然長の位置まで持ち上げて静かに放したあとの運動について考えよう。

物体の位置がある x のとき，ばねの伸びは

$\{x-(-x_0)\} = x + x_0$ である。

よって，運動方程式は

$ma = mg - k(x + x_0)$

となるが，①を用いて整理すると，

____

(m：質量 [kg]　a：加速度 [m/s^2]　k：ばね定数 [N/m]　x：位置の座標 [m])

と，まとまる。よって，物体は

角振動数：______________

重要
ここでは，ばねの力以外に重力が加わっていても，単振動となることを学びます。

重要
ここでは，原点は自然長の位置ではありません。

知っておこう
座標軸をとったら，長さの計算は，座標の大きい方から小さい方を引く。

重要
つり合いの位置を原点にとると，物体にかかる合力は必ず $-kx$ とまとまります。

重要
ωは運動方程式の係数を拾って書き下します。

覚えておこう
周期は
$T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

中心：＿＿＿＿＿　の単振動

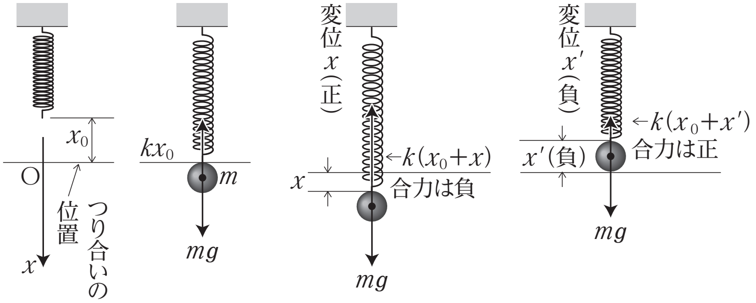
（ ω：角振動数 [rad/s]　m：質量 [kg]　k：ばね定数 [N/m]

x：位置の座標 [m]）

を行うことが分かる！よって，その周期も

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

となる。



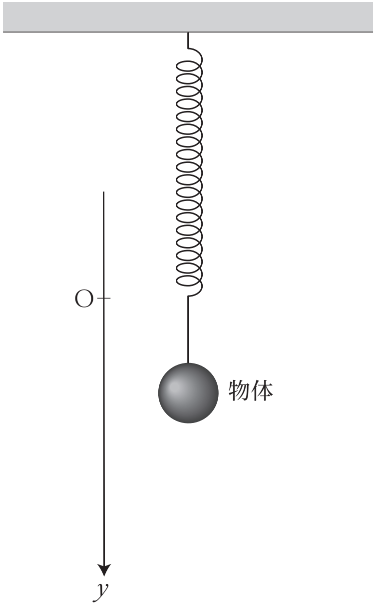
まとめ

重力がはたらく場合でも，運動方程式が

$ma = -kx$ の形になったら単振動

Chapter2　演習問題

ばね定数 k のばねの一端を天井に固定し，他端に質量 m の物体をつなげて，鉛直に静止させた。この位置を原点として，鉛直下向きに y 軸をとる。物体を引き，ばねをさらに d だけ伸ばして静かに放したところ，物体は単振動をした。重力加速度の大きさを g とする。



問１　物体の加速度を a として，物体の位置が y のときの運動方程式を立てよ。

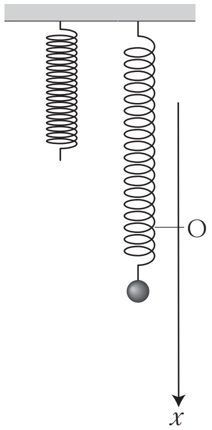
問２　単振動の周期を求めよ。

問３　振幅を求めよ。

< Note >

第5講　PART3　確認問題

問1　ばね定数 k のばねの一端を天井に固定し，他端に質量 $3m$ の物体をつりさげたところ，ばねが自然長から A だけ伸びた位置で静止した。このときの位置を原点Oとして，鉛直下向きに x 軸をとる。次に，物体を自然長の位置から下向きに $2A$ だけ引っ張って静かに手を離したところ，物体は鉛直方向に単振動した。



(1)　物体が単振動をしているときの運動方程式として最も適当なものを①～④のうちから一つ選べ。ただし，物体の加速度を a とする。

①　$3ma = kx$　　②　$3ma = -kx$

③　$3ma = 2kx$　　④　$3ma = -2kx$

(2)　この単振動の周期として最も適当なものを①～④のうちから一つ選べ。

①　$\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　②　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

③　$\sqrt{\dfrac{3m}{k}}$　　④　$2\pi\sqrt{\dfrac{3m}{k}}$

(3) この単振動の振幅として最も適当なものを①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{1}{2}A$　　② A

③ $2A$　　④ $3A$

第５講　単振動

PART1　単振動

問１　$ma = -kx$

問２　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

問３　d

PART2　単振動と三角関数

問１　$\theta = \omega t$

問２　$x = A\cos\omega t$

問３　0

PART3　鉛直ばね振り子

問１　$ma = -ky$

問２　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

問３　d

PART4　単振り子

問１　２倍

問２　１倍

第 5 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

力のつりあいより，　$3mg = kA$　…①

運動方程式は，　$3ma = -k(x + A) + 3mg$　…②

①を②に代入して，$3ma = -kx$

(2)　④

解説：

運動方程式より，角振動数は$\omega = \sqrt{\dfrac{k}{3m}}$となるので

$T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{3m}{k}}$

(3)　②

解説：

鉛直方向に単振動する物体は，力のつり合いの位置を振動の中心とするので，振幅は A